

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-203585

(P2002-203585A)

(43)公開日 平成14年7月19日(2002.7.19)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 M	8/04	H 0 1 M	8/04 Z 5 H 0 2 6
	8/02		8/02 R 5 H 0 2 7
	8/06		8/06 W
	8/24		8/24 R

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-402562(P2000-402562)

(22)出願日 平成12年12月28日(2000.12.28)

(71)出願人 000221018

東芝エンジニアリング株式会社

神奈川県川崎市幸区堀川町66番2

(72)発明者 大河原 孝

神奈川県川崎市幸区堀川町66番2 東芝エ

ンジニアリング株式会社内

(74)代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

Fターム(参考) 5H026 AA02 BB00 CC03 CX00 HH06

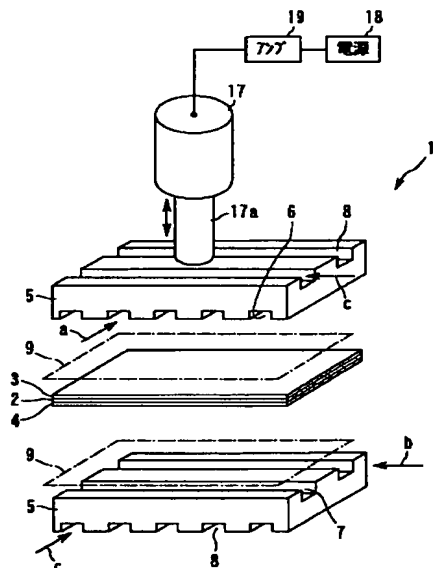
5H027 AA02 KK51

(54)【発明の名称】 燃料電池

(57)【要約】

【課題】酸素反応極等に付着する生成水を強制的に排除でき、常に水素と酸素との反応電極の健全性を確保することができ、それにより発電性能の向上、長期間の運転維持等が図れるようにする。

【解決手段】電解質を含む電解質板2を、燃料極4と酸素反応極3とによって挟み、これら燃料極4および酸素反応極3の外表面側にそれぞれ気体燃料および酸素含有気体を流通させて酸化反応を行わせる燃料電池において、燃料極4および酸素反応極3、またはセパレータ5を振動させる加振手段を備える。加振手段は、セパレータ5、電解質板2およびフレームの少なくともいずれかを外部から加振する加振器17、またはセパレータ5、電解質板2およびフレームの少なくともいずれかを圧電材料もしくは磁歪材料により構成し電圧印加により加振する加振源とする。



1 燃料流路  
2 電解質板  
3 空気極  
4 燃料極  
5 セパレータ  
6 空気流路  
7 燃料流路  
8 冷却水流路  
9 集電体  
10 加振器  
11 電源  
12 777

BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質を含む電解質板を、燃料極と酸素反応極とによって挟み、これら燃料極および酸素反応極の外表面側にそれぞれ気体燃料および酸素含有気体を流通させて酸化反応を行わせる燃料電池において、前記燃料極および酸素反応極、またはセパレータを振動させる加振手段を備えたことを特徴とする燃料電池。

【請求項2】 電解質を含む電解質板を、燃料極と酸素反応極とによって挟み、これら燃料極および酸素反応極の外表面側にそれぞれ気体燃料流路および酸素含有気体流路を有するセパレータを配置し、前記各流路にそれぞれ気体燃料および酸素含有気体を流通させて酸化反応を行わせる燃料電池において、前記セパレータの少なくともいずれか一方、もしくは前記電解質板、またはそれらの両者を加振することにより、前記燃料極および酸素反応極を振動させる加振手段を備えたことを特徴とする燃料電池。

【請求項3】 電解質を含む電解質板を、燃料極と酸素反応極とによって挟み、これら燃料極および酸素反応極の外表面側にそれぞれ気体燃料流路および酸素含有気体流路を形成するセパレータを配置して一つのセルを構成し、このセルを複数積層するとともにフレームによって保持することにより燃料電池集合体とし、この燃料電池集合体の各流路にそれぞれ気体燃料および酸素含有気体を流通させて酸化反応を行わせる燃料電池において、前記セパレータの少なくともいずれか一方、前記電解質板、前記フレーム、またはそれらを組合せたものを加振することにより、燃料極および酸素反応極を振動させる加振手段を備えたことを特徴とする燃料電池。

【請求項4】 請求項1から3までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段は、セパレータ、電解質板およびフレームの少なくともいずれかを外部から加振する加振器、または前記セパレータ、電解質板およびフレームの少なくともいずれかを圧電材料もしくは磁歪材料により構成し電圧印加により加振する加振源であることを特徴とする燃料電池。

【請求項5】 請求項1から4までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段は、燃料極および酸素反応極、またはセパレータに周波数100Hz～100MHzの振動を与えるものであることを特徴とする燃料電池。

【請求項6】 請求項1から4までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段は、燃料極および酸素反応極に超音波振動を与えるものであることを特徴とする燃料電池。

【請求項7】 請求項4記載の圧電材料もしくは磁歪材料に印加する電圧は、高周波電圧であることを特徴とする燃料電池。

【請求項8】 請求項1から7までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段による振動方向を気体燃料

または酸素含有気体の流動方向と一致する方向に設定したことを特徴とする燃料電池。

【請求項9】 請求項1から8までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段を複数とし、その各加振手段による振動方向を同一方向または異方向に設定したことを特徴とする燃料電池。

【請求項10】 請求項3から9までのいずれかに記載の燃料電池において、燃料電池集合体を構成する一のセルまたは複数のセル群ごとに振動手段による振動周波数を異ならせる設定としたことを特徴とする燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は燃料電池に係り、特に発電時に発生する水滴の酸素反応極等への付着防止、離脱等を振動の利用によって行い、これにより発電性能の向上が図れる燃料電池に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、燃料電池として、例えば溶融炭酸塩方式、りん酸型、固体電解質型等、種々の方式のものが知られている。このうち最近では、固体電界質型が主な開発対象となっている。固体電極型燃料電池は、電解質を染み込ませた電解質板を燃料極と酸素反応極とにより挟んで一体とし、その両面をセパレータでさらに挟み、このセパレータに設けられた溝からなる気体燃料流路および酸素含有気体流路に、気体燃料および酸素含有気体をそれぞれ流して反応させることにより、発電を行うものである。このような構成の単位ユニットを一般にセルと称しており、このセルを多数集積して燃料電池集合体を構成し、電気的に接続することにより大容量の発電を可能としている。この方式では、電解質は流体ではなく、電解質板として板状の構造をなしているため、小型軽量化が可能となり、組立て等も容易となる利点がある。

【0003】 このように、セルを多数集積した燃料電池集合体により発電ユニットとして構成される燃料電池においては、発電の際に燃料の反応によってセルが発熱するため、セパレータに別に設けた溝からなる冷却水流路に冷却水を供給することにより、冷却を行うようにしている。

【0004】 ところで、気体燃料には一般に水素が使用され、酸素含有気体には空気が使用される。この水素と空気中に含まれる酸素とが反応すると、燃料極では水素( $H_2$ )の少なくなったガスが発生する一方、酸素反応極としての空気極では酸素( $O_2$ )の少なくなった空気に反応過程で生成された水が含まれた状態となる。この反応過程で生成された水は、主に空気極等の表面等に水滴となって付着し、水素と酸素との反応を妨げる現象が生じる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、燃料

電池においては水素と酸素との反応により反応過程で水が発生し、反応を妨げる現象が生じるため、この水を空気極等の表面から離脱、付着防止等により除去して反応を妨げないようにすることが課題となっている。

【0006】従来の対策としては、供給する空気等の流体圧力を高める等により、空気と水との混合流体の高速排出を図る等の手段が提案されている。しかし、このような手段によっては、必ずしも十分な水分除去の効果が得られず、通常では運転時間の経過とともに次第に発電性能が低下し、最終的には発電不能となる場合が多い。

【0007】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、振動の導入により酸素反応極等に付着する生成水を強制的に排除でき、常に水素と酸素との反応電極の健全性を確保することができ、それにより発電性能の向上、長期間の運転維持等が図れる燃料電池を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】発明者の検討によると、固体電界質型（積層型）の燃料電池においては、一般に燃料極および酸素反応極が薄い膜状のものとされていることから、各膜間の流体流路も微小な隙間となっている。この隙間において反応過程で水が生成されると、この水が膜の表面に付着し、さらに毛細管現象によって膜の反応面全体に密着する。したがって、供給する空気等の作動流体の圧力を多少上げた程度では、付着した水分が除去できない状況が発生する。このような状態になると、水分が付着したセルにおいては発電反応が進行できなくなる。この現象が長時間にわたって発生すると、燃料電池全体のセルにおいて反応ができなくなり、発電不能の事態に至るものである。

【0009】そこで、本発明においては、燃料極および酸素反応極等を直接または間接に振動させることにより、付着する生成水を強制的かつ効果的に分離排除し、常に水素と酸素との反応電極を確保することにより、上述した従来の課題解決を図るものである。

【0010】すなわち、請求項1に係る発明では、電解質を含む電解質板を、燃料極と酸素反応極とによって挟み、これら燃料極および酸素反応極の外表面側にそれぞれ気体燃料および酸素含有気体を流通させて酸化反応を行わせる燃料電池において、前記燃料極および酸素反応極、またはセパレータを振動させる加振手段を備えたことを特徴とする燃料電池を提供する。

【0011】請求項2に係る発明では、電解質を含む電解質板を、燃料極と酸素反応極とによって挟み、これら燃料極および酸素反応極の外表面側にそれぞれ気体燃料流路および酸素含有気体流路を有するセパレータを配置し、前記各流路にそれぞれ気体燃料および酸素含有気体を流通させて酸化反応を行わせる燃料電池において、前記セパレータの少なくともいずれか一方、もしくは前記電解質板、またはそれらの両者を加振することにより、

前記燃料極および酸素反応極を振動させる加振手段を備えたことを特徴とする燃料電池を提供する。

【0012】請求項3に係る発明では、電解質を含む電解質板を、燃料極と酸素反応極とによって挟み、これら燃料極および酸素反応極の外表面側にそれぞれ気体燃料流路および酸素含有気体流路を形成するセパレータを配置して一つのセルを構成し、このセルを複数積層するとともにフレームによって保持することにより燃料電池集合体とし、この燃料電池集合体の各流路にそれぞれ気体燃料および酸素含有気体を流通させて酸化反応を行わせる燃料電池において、前記セパレータの少なくともいずれか一方、前記電解質板、前記フレーム、またはそれらを組合せたものを加振することにより、燃料極および酸素反応極を振動させる加振手段を備えたことを特徴とする燃料電池を提供する。

【0013】請求項4に係る発明では、請求項1から3までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段は、セパレータ、電解質板およびフレームの少なくともいずれかを外部から加振する加振器、または前記セパレータ、電解質板およびフレームの少なくともいずれかを圧電材料もしくは磁歪材料により構成し電圧印加により加振する加振源であることを特徴とする燃料電池を提供する。

【0014】請求項5に係る発明では、請求項1から4までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段は、燃料極および酸素反応極、またはセパレータに周波数100Hz～100MHzの振動を与えるものであることを特徴とする燃料電池を提供する。本発明において、望ましい振動の周波数は1KHz～100MHzであり、特に望ましい範囲は100KHz～100MHzである。

【0015】請求項6請求項1から4までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段は、燃料極および酸素反応極に超音波振動を与えるものであることを特徴とする燃料電池を提供する。

【0016】請求項7に係る発明では、請求項4記載の圧電材料もしくは磁歪材料に印加する電圧は、高周波電圧であることを特徴とする燃料電池を提供する。

【0017】請求項8に係る発明では、請求項1から7までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段による振動方向を気体燃料または酸素含有気体の流動方向と一致する方向に設定したことを特徴とする燃料電池を提供する。

【0018】請求項9に係る発明では、請求項1から8までのいずれかに記載の燃料電池において、加振手段を複数とし、その各加振手段による振動方向を同一方向または異方向に設定したことを特徴とする燃料電池を提供する。

【0019】請求項10に係る発明では、請求項3から9までのいずれかに記載の燃料電池において、燃料電池

集合体を構成する一のセルまたは複数のセル群ごとに振動手段による振動周波数を異ならせる設定としたことを特徴とする燃料電池を提供する。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る燃料電池の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の実施形態においては、気体燃料として水素を適用し、かつ酸素含有気体として空気を適用した場合について説明する。

【0021】第1実施形態（図1～図7）

図1は本発明に係る燃料電池の一実施形態を示す要部説明図であり、図2は全体構成図である。図3は燃料電池の単位セルを示す分解斜視図である。

【0022】図1および図3に示すように、本実施形態における燃料電池のセル1は、電解質を染み込ませた電解質板2を空気極3および燃料極4で挟み込むことにより、一体的に構成されている。これら空気極3および燃料極4の両面がさらにセパレータ5により挟まれ、これらのセパレータ5の対向面側に設けられた溝により空気流路6および燃料流路7が構成され、空気aおよび燃料bが流動するようになっている。また、両セパレータ5の外面側には溝からなる冷却水流路8が設けられ、冷却水cが流動するようになっている。空気極3および燃料極4と、それらの外側に配置されるセパレータ5との間には、それぞれ集電体9が配置されている。そして、供給される燃料と空気中の酸素とが反応することにより発電が行われ、集電体9を介して電気が外部に取り出される。

【0023】そして、図2に示すように、上述したセル1を多数、層状に集積することにより燃料電池集合体10を形成し、これを例えば箱型のケース体11に収納することにより、発電ユニット12が構成されている。ケース体11の一方向で対向する側壁部は空気側ヘッダ11aとされ、このヘッダ11aには空気流路6に連通する空気入口13および図示しない空気出口が設けられている。なお、この空気側ヘッダ11aにはセパレータ5の冷却水流路8に連通する冷却水入口14および冷却水出口15が設けられている。また、ケース体11の異なる方向で対向する側壁部は燃料側ヘッダ11bとされ、このヘッダ11bには燃料流路7に連通する燃料入口16および図示しない燃料出口が設けられている。これらの空気入口13および燃料位置口16を介し、各セル1に燃料および空気aが均等に供給され、従来と同様の発電作用が行われる。

【0024】このような構成において、本実施形態では図1に示すように、空気極2等を振動させる加振手段として、高周波振動発生用の加振器17が設けられている。この加振器17は微小振動用のステム17aを有し、このステム17aがセル1を構成するセパレータ5に連結されている。この加振器17は電源18に加振用

アンプ19を介して電氣的に接続されており、電源18から加振器17に高周波電流を供給することにより、ステム17aが高周波の微小な伸縮動作を行うようになっている。

【0025】そして、加振器17を起動させるとセパレータ5に高周波振動が伝達され、セパレータ5に伝達された振動は空気極3、電解質板2および燃料極4に順次に伝達され、これにより空気極3、電解質板2および燃料極4が高周波振動をする。複数のセル1を連結して一体となった燃料電池集合体10のうち、例えば端部等に位置するセル1等に対し、少なくとも一つの加振器17を設けることにより、そのセル1が属する燃料電池集合体10の全体を振動させることができる。

【0026】次に作用を説明する。

【0027】前述したように、燃料電池による発電の際には、空気中の酸素( $O_2$ )と燃料6である水素( $H_2$ )とが反応して水が生成される。この $O_2$ と $H_2$ との反応による水の生成により、燃料極4においては $H_2$ の少なくなったガスが生じ、空気極3においては $O_2$ の少なくなった空気に反応過程で生成された水が含まれた状態となる。通常では、空気極3の表面に反応過程で生成された水が付着し、空気極3での水素と酸素の反応が妨げられる現象が生じる。

【0028】この場合、本実施形態においては発電の際、セパレータ5に設けた加振器17を駆動することにより空気極3を高周波振動させ、空気極3の表面に付着した水滴を離脱させるとともに、表面からの離脱の際に、より小さな微粒子状の水滴とすることができる。

【0029】図4は、水滴離脱等の様子を模式的示す説明図である。この図4に示すように、空気極3の表面20には、反応により生じた水がある程度の大きさの水滴21となって付着する。しかし、本実施形態では水滴21が空気極3の振動によって、その表面への付着力を失うとともに、振動エネルギーによって小径な粒子に分解され、空気流路6の空気中に微粒子状水滴22となって分散する。この微粒子状水滴22の粒子径が $10\mu m$ 以下になると、表面張力の作用により、空気極3の表面に付着しにくい状態となり、付着防止効果が得られるようになる。その付着防止効果は、粒径が小さくなるほど顕著に現われる。また、微粒子状水滴22は、空気中に分散・拡散され、図4に矢印(i)で示すように、燃料電池の空気出口側へと誘導される。

【0030】図5は、加振器17により空気極3に与えられる振動数（横軸）と、水滴の粒径（縦軸）との関係を示すグラフである。この図5に示すように、振動数が $100\text{Hz}$ 未満の領域では水の振動による微粒化の程度は少ないが、その領域から高振動数の領域では振動による微粒化が $10\mu m$ ～数 $\mu m$ 以下のオーダーまで達成できるようになる。例えば振動数 $100\text{Hz}$ の振動では水の粒径化程度が数百 $\mu m$ であるが、 $1\text{KHz}$ では数十 $\mu m$

mまで微粒化でき、20 KHzでは15  $\mu$ mまで微粒化できる。さらに、100 KHz以上の領域では5  $\mu$ m以下まで微粒化でき、100 MHz以上の領域では微粒化の進行が鈍化する。したがって、本実施形態においては、例えば空気極3に振動数100 MHzオーダーの高周波振動を与えることにより、水滴を効率良く微細化して空気中に拡散させて排出することができ、それにより空気極3の表面を水滴の付着がなく、反応性が良好な状態を発電中、継続して保持することができる。

【0031】すなわち、本実施形態によれば、セパレータ5を介して空気極3に高周波振動を加えることにより、空気極3に付着した水滴を効果的に除去し、水滴による発電低下または発電不能を防止することができる。

【0032】また、空気極3に付着した水滴を振動により微粒子化することにより、再付着を防止することができるとともに、空気中の湿度を一定に保ち、燃料電池の反応に必要な安定した湿度を確保することが可能となる。

【0033】さらに、水滴を振動により微粒化して排出することにより、空気中の湿度を一定に保つことができるため、予め空気に水分を添加する必要がなくなり、構成が単純化できる。

【0034】なお、燃料極4側において発生した水についても、空気極3側と同様の作用によって効果的に排除することができる。

【0035】特に本実施形態においては、空気極3等に周波数100 Hz～100 MHzの振動を与え、両極表面に付着する反応液を微細化できるので、空気または燃料に混入させて外部に効果的に排除することができる。

【0036】次に、空気流路における流体（空気および水の混合流体）の流速について検討する。

【0037】図6は空気極3に振動を加えた場合における空気流路6内の流速Vを、模式的に現しており、図7は空気流路6を画する空気極3（およびセパレータ5）の表面付近の流速を拡大して現している。なお、図6および図7において、矢印群は流体の速度分布を示している。図6に示すように、空気極3とセパレータ5との間の空気流路6は、微小な幅Zの隙間として形成され、この幅Zが発電中、一定値に保持される。

【0038】そして、図7に示すように、空気極3（およびセパレータ5）の表面20付近においては、粘性により流体の境界層23が形成され、隙間の幅Zが小さい場合等には実線で示す速度分布VYとなる。このときの境界層の厚さは、Yとなる。

【0039】一方、空気極3（およびセパレータ5）の表面が高周波で加振されると、境界層にエネルギーが供給されることになり、図7に一点鎖線で示すように、壁面付近の流速が上昇して境界層23の厚さXが小さい速度分布となる。境界層の厚さXが小さいことは、幅Zの隙間内で平均流速が大きくなり、早い流速を得ることがで

きることを意味している。平均流速が大きくなると、表面に付着する水滴がより除去しやすくなり、同一時間内では、より多くの発電が可能になる。

【0040】したがって、本実施形態によれば、空気極に高周波振動を加えることにより、流体による境界層の厚さを減少させ、流路の抵抗を減少させてより多くの燃料と空気を供給することが可能となり、それにより発電量を増加することもできる。

#### 【0041】第2実施形態（図8）

図8は本発明に係る燃料電池の第2実施形態を示す構成図である。

【0042】本実施形態は、第1実施形態において説明したセル1を複数積層し、この積層体をフレーム24によって固定して燃料電池集合体10とし、その周囲を図示しないケース体で被覆して発電ユニット12を構成したものである。図示の例では水平なセル1が上下方向に積層しており、上部に空気供給管25および燃料供給管26が配設され、下部に空気・水の混合流体排出管27および水素・空気の混合流体排出管28が配設されている。集電体9はユニット外方に導かれている。なお、冷却水配管については、図示省略してある。

【0043】このような構成の発電ユニット12のフレーム24に、加振手段として、複数の加振器17A、17Bが設けられている。これらの加振器17A、17Bは、例えばフレーム24の側面下部付近および底面にそれぞれ設けられている。これらの加振器17A、17Bには、電源18からそれぞれ加振用アンプ19A、19Bを介して高周波電流が供給され、フレーム24に高周波振動を伝達し得ようになっている。フレーム24の側面下部付近に設けられた一方の加振器17Aは、図8に矢印Aで示すように、横方向に沿う振動を発生する。また、フレーム24の底面に設けられた他方の加振器17Bは、図8に矢印Bで示すように、上下方向に沿う振動を発生する。

【0044】このような構成の本実施形態においては、フレーム24に伝達された振動が、各セル1を構成するセパレータ5、空気極3、電解質板2および燃料極4に伝達され、これにより空気極3、電解質板2および燃料極4等が高周波振動をする。そして、第1実施形態と同様の作用、効果を発揮する。この場合、各加振器17A、17Bはフレーム24の外部に設けることにより、構成が比較的簡単であり、かつ設置数量も少なく済む等、製作上での手間、コスト等の面で利点があると同時に、多数のセル1を少量の加振手段によって同時に振動させることができ、水滴分離作用等を効率的に行える等の利点も得られる。

【0045】さらに本実施形態では、上述した各加振器17A、17Bの配置および加振方向A、B等の設定により、下記の具体的効果が追加される。

【0046】すなわち、各加振器17A、17Bはフレ

ーム24の上部に設けた空気供給管25および燃料供給管26から遠く、かつ空気・水の混合流体排出管27および水素・空気の混合流体排出管28に近い部位にそれぞれ配置されている。各セル1における燃料、空気等の流通速度は一般的に入口側で大きく、出口側で減少するので、上部に配置されているセル1の空気極3等への水滴付着は比較的少ないのに対し、下部に配置されているセル1の空気極3等への水滴付着は相対的に増加する。したがって、本実施形態では、より水滴付着量が多い領域に配置する部位に振動発生源を配置した構成であるため、水滴離脱の必要性がより強い部位にて振動を発生させ、水滴離脱をより有効的に行えるという効果が得られる。

【0047】また、振動方向については、一方の加振器17Aによっては横方向（各セル1における水平な燃料・空気等の流路に沿う方向）であり、他方の加振器17Bによっては上下方向（各セル1における空気極3等の表面に直行する方向）である。したがって、離脱すべき水滴に対して2方向から効率よく振動を加えることにより、複合的振動によって、より効果的な水滴分離・除去作用を行わせることができるという効果も奏される。

【0048】そして、以上の発電性能向上により、燃料電池の小型化等の促進も有効的に図れるようになり、適用分野の拡張、利便性向上等、燃料電池の有用性を高めることができる。

#### 【0049】第3実施形態（図9、図10）

図9は、本発明に係る燃料電池の第3実施形態を示す要部構成図である。

【0050】本実施形態は、前述したセル1を構成するセパレータ5を、圧電材料もしくは磁歪材料により構成し、電圧印加によりセパレータ5自身を振動させるようにしたものである。

【0051】すなわち、図9に示すように、本実施形態においてもセル1が、電解質を染み込ませた電解質板2を空気極3および燃料極4で挟み込むことにより、一体的に構成されている。これら空気極3および燃料極4の両面がさらにセパレータ5により挟まれ、これらのセパレータ5の対向面側に設けられた溝により空気流路6および燃料流路7が構成され、燃料および空気が流動するようになっている。また、両セパレータ5の外側には溝からなる冷却水流路8が設けられている。

【0052】このものにおいて、本実施形態では各セパレータ5が圧電材料または磁歪材料によって構成され、これらのセパレータ5には高周波電流を供給するためのアンプ29が電気的に接続されており、アンプ29には、電源装置30が接続されている。そして、各セパレータ5に高周波電流を供給することにより、セパレータ5自身が加振源となり、直接空気極3等に振動を伝達するようになっている。他の構成については、第1実施形態と同様であるから、説明を省略する。

【0053】本実施形態によると、空気極3等に直結されたセパレータ5自身を加振源とするため、発生した振動が伝達途中でフレームやその他の構成物に吸収される割合が少なく、外部設置型の加振器を用いる場合に比して効果的な加振が可能となる。

【0054】また、セパレータ5自身を加振源とする本実施形態の構成によると、複数のセル1を重合した燃料電池集合体のうち、加振源となるセパレータ5を任意に選定することができ、セル1を個別的に加振したり、あるいは1群のセル1をまとめたブロックごとに加振する等、種々の構成を選択的に適用して実施することができる。

【0055】また、この場合、水滴分離が特に必要な部位に配置される1群のセル1を予め特定して加振したり、発電機能を検出するセンサと協働させて発電機能が低下した燃料電池集合体のセル1のみを、センサ検出に応じて適時に、必要部分のみ選択して加振することも可能となる。

【0056】図10は、一例として発電ユニット12の燃料電池集合体10を3つのブロック10A、10B、10Cに分割した場合を示す説明図である。この図10に示す用に、例えば各ブロック10A、10B、10C毎の発電状態V1、V2、V3を図示しないセンサにより検出するようにし、制御装置によって予め設定した発電状態に応じて所定ブロックのセパレータ自身を加振することができる。

【0057】このように、一定間隔でセパレータ5を燃料電池集合体10に設ける等により、水滴付着により発電機能が低下した燃料電池集合体10のセル部分のみを加振することが可能となるので、本実施形態によれば、燃料電池集合体10を数ブロックに分けて選択的に加振することにより、他の健全なブロックと一緒に加振する等の無駄な加振の必要をなくして少ない加振エネルギーにより効果的な発電を行える等の効果が得られる。

#### 【0058】他の実施形態

以上の第1～第3実施形態のほか、本発明においては種々の応用または変形が可能である。

【0059】例えば、空気極等に与える振動を超音波振動（振動数10KHz以上）とし、振動方向を空気、燃料等の流体流動方向と一致させると、超音波エネルギーによって水滴が混入した流体の流速を高めることができ、一層の水滴分離効率向上ひいては発電効率の向上を図ることが可能となる。これは、超音波ビームの中に物体を置くと、音の進行方向に物体を押す力が発生するためである。この現象を活用することにより、流体中の水滴流速を高めてその除去促進が図れる。

【0060】また、一つのセル1または一定数のセル群ごとに振動手段による振動周波数を異ならせる設定とすることもできる。例えば流体入口においては流体が高圧で流れが速く、出口側では遅いので、それに対応して振

動周波数を種々設定することができる。

【0061】さらに、前記各実施形態では酸素含有気体を空気とし、酸素反応極を空気極3として実施したが、本発明では酸素( $O_2$ )を適用し、酸素反応極として適用することができる。それにより、一層の高効率化が図れ、高機能化が達成できる。

【0062】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、燃料電池本体またはフレームなどを介して振動を加えることにより、空気極や燃料極に付着した水滴を効果的に除去し、水滴による発電低下または発電不能を防止することができる。また、空気極や燃料極に超音波などの高周波の振動を加えることにより、流体による境界層の厚さを減少せしめ、流路の抵抗を減少せしめ、より多くの燃料と空気を供給することが可能となり、発電量を増加することが可能となる。さらに、空気極や燃料極に付着した水滴を振動により微粒子化することにより、水滴の再付着を防止するとともに、空気または燃料流体中の湿度を一定に保ち、燃料電池の反応に必要な安定した湿度を確保することが可能となり、予め燃料や空気に水分を添加する必要がなくなり、構成の単純化も図れる等、実用上での多大な効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る燃料電池の一実施形態を示す要部説明図。

【図2】前記第1実施形態における発電ユニットの構成を示す全体図。

【図3】前記第1実施形態におけるセル構成を示す分解斜視図。

【図4】前記第1実施形態における水滴分離作用を示す説明図。

【図5】前記第1実施形態における流体の流速を示す説明図。

【図6】前記第1実施形態における流体の流速分布を示

す説明図。

【図7】図6の部分拡大図。

【図8】本発明の第2実施形態を示す要部説明図。

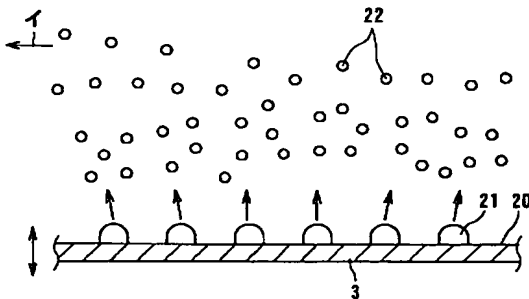
【図9】本発明の第3実施形態を示す構成図。

【図10】本発明の第3実施形態における使用例を示す構成図。

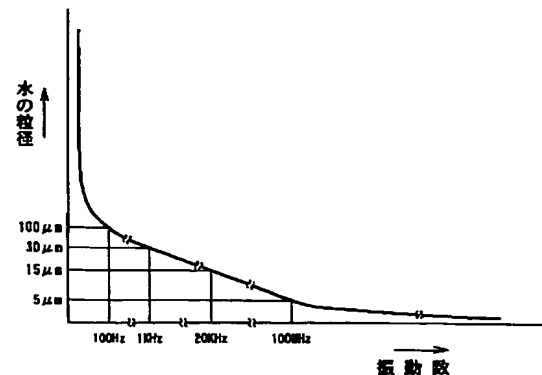
【符号の説明】

- 1 セル
- 2 電界質板
- 3 空気極
- 4 燃料極
- 5 セパレータ
- 6 空気流路
- 7 燃料流路
- 8 冷却水流路
- 9 集電体
- 10 燃料電池集合体
- 11 ケース体
- 12 発電ユニット
- 13 空気入口
- 14 冷却水入口
- 15 冷却水出口
- 16 燃料入口
- 17 加振器
- 18 電源
- 19 アンプ
- 20 空気極表面
- 21 水滴
- 22 微小水滴
- 23 境界層
- 24 フレーム
- 25 空気供給管
- 26 燃料供給管
- 27, 28 混合流体排出管

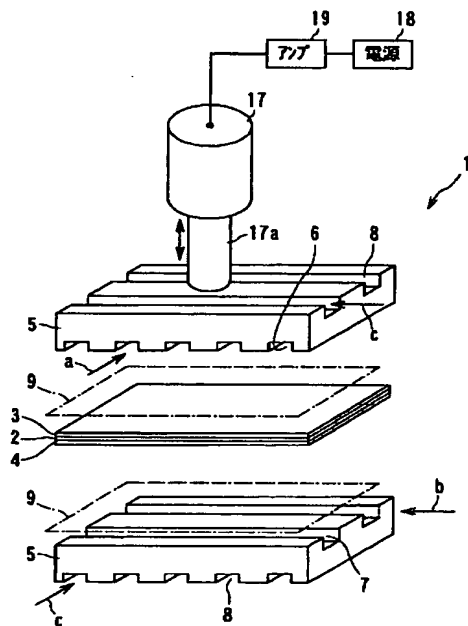
【図4】



【図5】

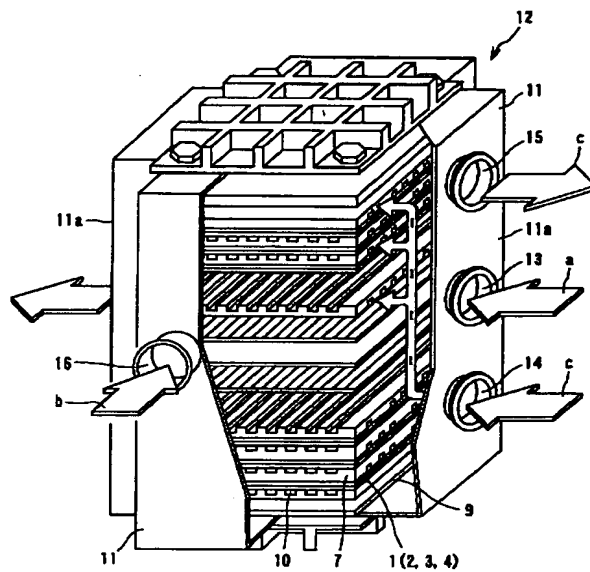


【図 1】

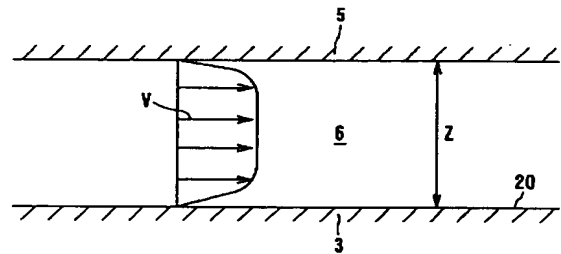


- |        |         |
|--------|---------|
| 1 燃料流路 | 7 燃料流路  |
| 2 電解質板 | 8 冷却水流路 |
| 3 空気層  | 9 集電体   |
| 4 燃料層  | 17 加熱器  |
| 5 燃料層  | 18 電源   |
| 6 空気流路 | 19 燃料   |

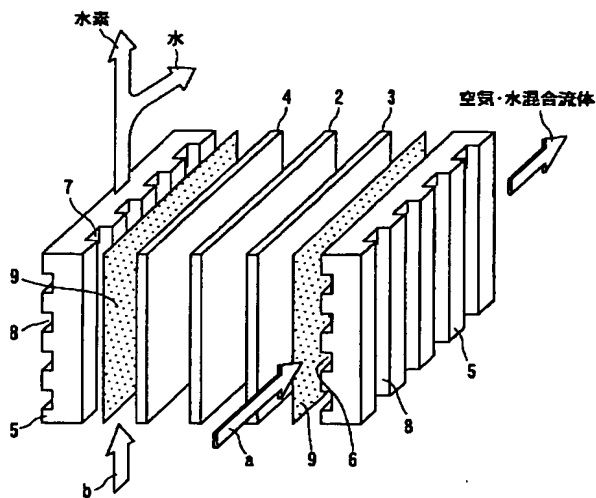
【図 2】



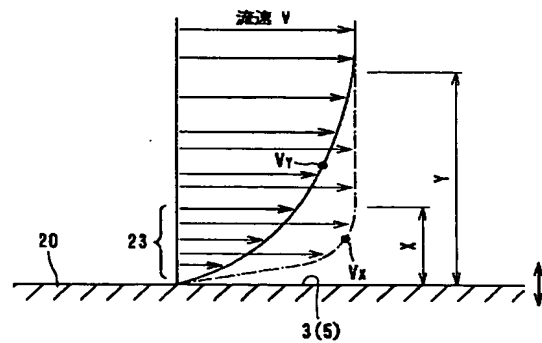
【図 6】



【図 3】

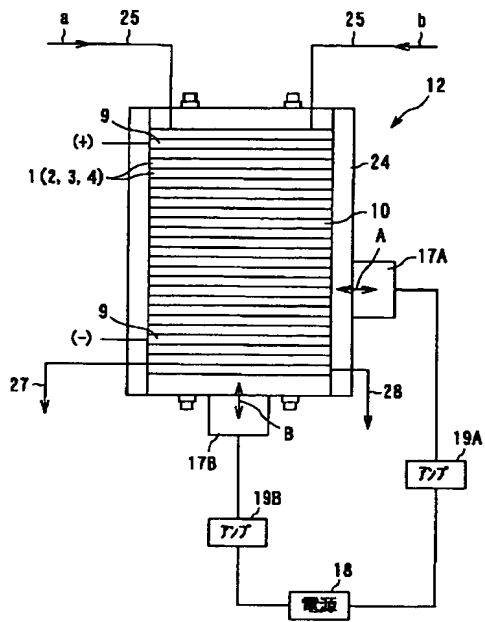


【図 7】

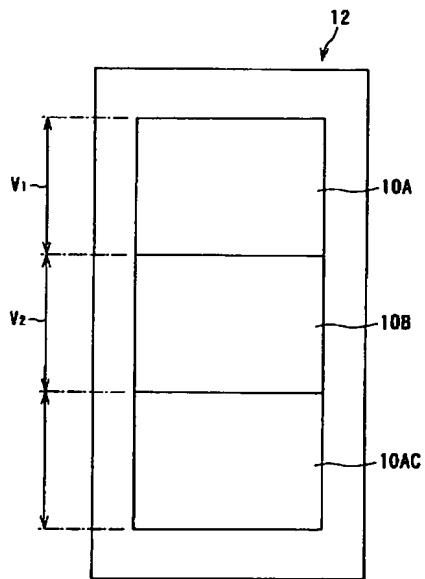




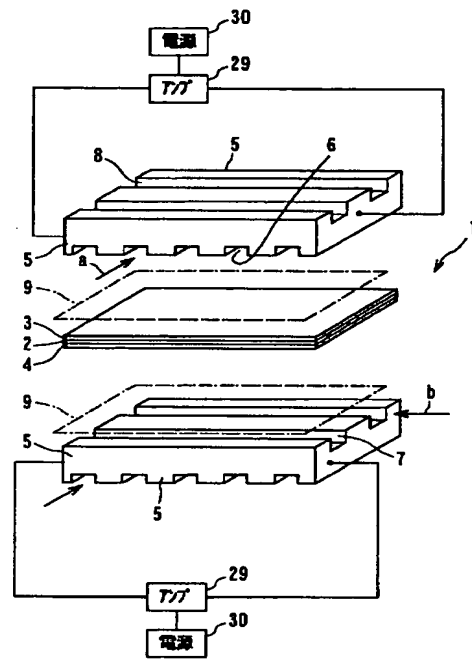
【図8】



【図10】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**